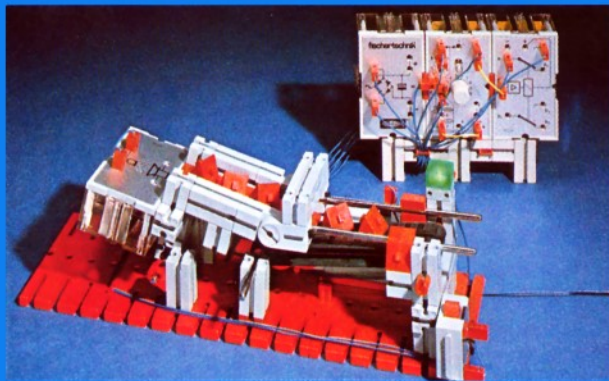
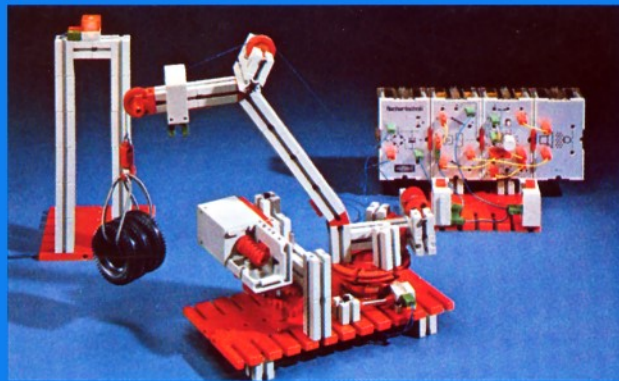




ec3

Optik und Akustik



Art.-Nr. 6 39172 5

Elektronik

optische Hilfsmittel – Schall Anleitungsbuch

Der ec 3-Baukasten ist eine Erweiterung des ec 2-Baukastens. Zum Bau der beschriebenen Modelle ist nur das für den ec 2 benötigte Material erforderlich. Für das letzte Modell dieses Anleitungsbuches sollten Sie einen 2. Motor, am besten einen ft-mini-mot. besitzen. Die Transportbehälterteile aus ft 018 sind von Vorteil, werden aber nicht unbedingt benötigt.

Zur Stromversorgung empfehlen wir unser Netzgerät mot. 4 oder eine 9-V-Batterie. Sie kann z. B. durch 2 ft-Batteriestäbe verwirklicht werden. Verwenden Sie bitte keinen Eisenbahntransformator anstelle unseres fischertechnik-Netzgerätes. Sie können damit Ihre Elektronik-Bausteine zerstören.

Inhalt

	Ein Blinker soll nur nachts blinken	14
	Licht auf gekrümmten Wegen	15
	Ein Lichtpunkt wechselt seine Farbe	16
	Schnellbremse für Papierbänder	18
	Stauungen, elektronisch gemeldet	20
	Man nennt es „Optoelektronik“	24
	Wie man eine Linsenlampe einstellt	26
	Lichtschranken mit gespiegeltem Licht	28
	Drehfeuer – ohne Schleifring	30
	Die optische Bank	33
	Der biegsame Spiegel	34
	Wir fahren mit Blaulicht	36
	Wir zaubern Licht	39
	Wir bauen einen Lichtvorhang	40
	Lichtbarriere	43
	Spiel mit Lichtreflexen	44
	Wir machen Musik	48
	Sturmmelder	50
	Schrägaufzug	52
	Transportwagen – von Geisterhänden gesteuert	56
	Licht stoppt Fahrzeug	60
	Wir schießen mit Licht	64
	Schaltsymbole	68
	Stückliste ec 3	70
	Was kommt jetzt?	72
Wir lassen es pfeifen	Seite 4	
Licht und Wärme – hörbar gemacht	6	
Ein nicht ganz einwandfreier Alarmgeber	7	
Vogel-Gezwitscher	8	
Steuerung durch Händeklatschen	10	
Ein Förderband mit Ohren	11	

Der ec 3-Baukasten schließt sich an den ec 2-Kasten an. Mit ihm gewinnen Sie einen ersten Einblick in die Welt der elektronisch erzeugten Töne und die Steuerungstechnik mit einem Mikrofon als Meßfühler. Mindestens genauso interessant werden Sie die Optoelektronik finden. Die grundlegenden Versuche mit Linsen, Spiegeln und Lichtleitstäben werden ohne Elektronik durchgeführt, so daß Sie sich auf das Neue konzentrieren können. Anschließend finden Sie Modelle, zu deren Steuerung diese optischen Hilfsmittel eingesetzt werden.

Sie benötigen zum Bau der Modelle keine besonderen Kenntnisse — es genügen die mit ec 1 und ec 2

gesammelten Erfahrungen. Auch hier ist bewußt auf die Beschreibung der Wirkungsweise der Schaltungen verzichtet. Wer sich dafür interessiert, möge wieder die hobby-Experimentier- und Modellbücher zur Hand nehmen. Mit dem ec 3-Baukasten haben Sie übrigens den ec 1 und ec 2 zum hobby 4-Baukasten vervollständigt.

Die Modelle sind so ausgewählt, daß Sie beim Durcharbeiten dieses Büchleins die wichtigsten und interessantesten noch fehlenden Schaltungen und die Einsatzmöglichkeiten der optischen Hilfsmittel kennen lernen werden. Es ist jedoch unmöglich, alle denkbaren Anwendungen in der Technik hier darzustellen. Dieses Büchlein kann und soll nur als Anregung für eigene Modelle dienen. Ebenso leicht wird es für Sie sein, die hier abgebildeten Modelle entsprechend Ihrem Besitz an fischertechnik-Baukästen größer zu gestalten und zu erweitern. Und nun viel Spaß beim Bau der Modelle und der Schaltungen.

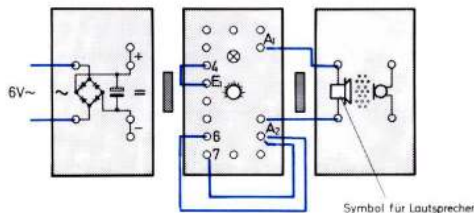
Ihr

Wir lassen es pfeifen

Der Mikrofon-Lautsprecher-Baustein Ihres ec 3-Baukastens erlaubt es, die Erscheinungen des Schalls in unsere Versuche mit einzubeziehen. Dieser Baustein ist unser Ohr und unsere Stimme, oder – technisch ausgedrückt: er kann entweder als Mikrofon oder als Lautsprecher verwendet werden.

Zuerst wollen wir ihn als Lautsprecher einsetzen. Dazu bauen wir als erstes einen „elektronischen Taktgeber“, wie er schon im Anleitungsbuch zum Baukasten ec 2 beschrieben und erprobt wurde. Nebstehendes Bild zeigt die Schaltung nochmals. Der Lautsprecher ist an A₁ und A₂ des Grundbausteins angeschlossen. Das Signallämpchen im Grundbaustein muß abwechselnd aufleuchten und erlöschen. Jedes Umschalten wird nun als Knacken hörbar. Dabei läßt sich die Taktfrequenz (= Anzahl der Impulse in jeder Sekunde) durch den Drehknopf des Grundbausteins einstellen. Mit der angegebenen Schaltung kann man die Frequenz bis auf etwa fünf Impulse pro Sekunde steigern. Der Physiker mißt übrigens die Frequenz in der Einheit Hertz; dabei bedeutet 1 Hertz einen Impuls pro Sekunde.

Wer die Frequenz weiter erhöhen will, muß eine andere Schaltung verwenden. Das kann sehr einfach dadurch geschehen, daß wir nun den Ausgang A₂ an die Buchse 5 und nicht mehr an die Buchse 6 legen. Mit dieser Schaltung kann man eine sehr interessante physiologische Erscheinung beobachten. Stellt man den Drehknopf auf 10, so beobachtet man eine Frequenz von ungefähr 1 Hertz. Verstellt man den Drehknopf nun allmählich über 9, 8 usw. bis Ziffer 1, so entsteht der Eindruck, daß die Folge der Einzelimpulse in einen zusammenhängenden tiefen Ton übergehen. Die Grenze liegt etwa bei 16 Hertz. Das ist der tiefste Ton, den die Menschen wahrnehmen können. Durch dieses Experiment haben wir bewiesen, daß das, was wir als Töne empfinden, nichts anderes ist als eine rasche Aufeinanderfolge gleichmäßiger Erschütterungen der Luft. Man nennt sie Schwingungen.



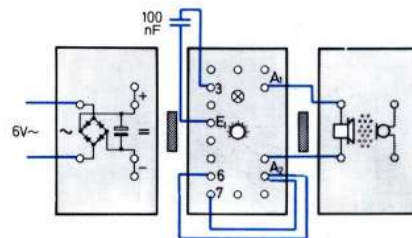
Indem wir die Frequenz unseres Taktgebers erhöht haben, sind wir zu einem „Tongenerator“ gekommen. Unsere Anordnung ist sehr vielseitig – man kann den gesamten Bereich hörbarer Töne erfassen und sogar darüber hinaus – bis zum Ultraschall. Um das zu zeigen, entfernen wir die Brücke zwischen den Buchsen E_1 und 4 und stecken statt dessen den 100 nF-Kondensator aus der Kassette des ec 2-Baukastens an die Buchsen E_1 und 3. Verbinden wir die Buchsen A_2 und 6 über einen 22 k Ω -Widerstand, so erfassen wir etwa jenen Bereich, in denen der Mensch am besten hört. Entfernen wir den Widerstand, so verschieben wir den Frequenzbereich um ein weiteres Stück nach oben. Diese Anordnung ermöglicht uns einen weiteren interessanten Selbstversuch: Wir können prüfen, wo der hörbare Schall aufhört und der Ultraschall beginnt. Diese Grenze liegt bei etwa 20 000 Hertz. Sie ist vom Alter abhängig – ältere Menschen können die hohen Töne nicht mehr hören. Hunde hören jedoch noch im Ultraschallbereich!

Um von der Physiologie wieder zur technischen Praxis überzugehen, bauen wir schließlich noch ein elektronisches Martinshorn. Wir brauchen dazu lediglich einen motorbetriebenen Umschalter, der die Verbindung zwischen den Buchsen A_2 und 5 über den 22 k Ω -Widerstand abwechselnd herstellt und

unterbricht. Der 22 k Ω -Widerstand ist in der Kassette des ec 2 enthalten.



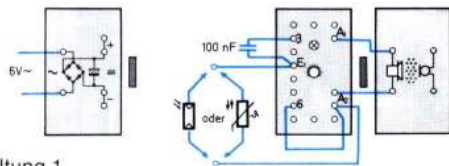
100 nF



Licht und Wärme – hörbar gemacht

Mit Hilfe elektronischer Geräte ist es relativ leicht, eine Art der Wahrnehmung in eine andere umzuwandeln – also beispielsweise Licht oder Wärme in Schall. Solche „Wandler“ haben auch praktische Bedeutung; man kann sie beispielsweise in Alarmanlagen verwenden. Besonders wichtig sind sie auch in der Medizin. Ein Gerät, das Licht in Schall umwandelt, kann einem Blinden dazu verhelfen, sich wenigstens grob über seine Umgebung zu informieren.

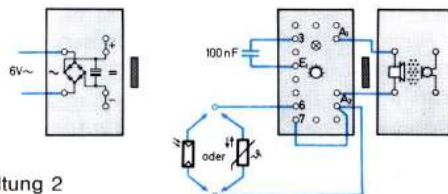
Wir bauen unseren Tongenerator so um, daß er sich durch Licht oder Wärme steuern läßt. Wir brauchen dazu nur einen Fotowiderstand oder einen Heißleiter an die Stelle des mit dem Drehknopf einstellbaren Widerstands des Grundbausteins zu setzen.



Schaltung 1

Es steht uns nun frei, die Schaltung so einzurichten, daß die Tonhöhe fällt, wenn die Intensität des Lichtes oder der Wärme zunimmt, oder auch, daß die Tonhöhe bei steigender Intensität steigt. Im ersten Fall benutzt man die Schaltung 1, im zweiten die Schaltung 2. Im zweiten Fall kann man mit dem Drehknopf des Grundbausteins sogar die Tonhöhe zusätzlich einstellen.

Selbstverständlich ist es möglich, den Frequenzbereich des Tones durch Änderungen der Schaltung zu verschieben. So kann man beispielsweise zwischen Buchse A₂ und Buchse 6 statt einer Leitungs-Brücke den 22 kΩ-Widerstand schalten. Noch höher wird die Frequenz, wenn Sie stattdessen A₂ mit Buchse 5 verbinden. Entfernt man den Kondensator und verbindet dafür die Buchse E₁ mit der Buchse 4, so wird aus dem Tongenerator wieder ein Taktgeber, wobei diesmal die Taktfrequenz von der Lichtintensität oder von der Wärme abhängt.



Schaltung 2

Ein nicht ganz einwandfreier Alarmgeber

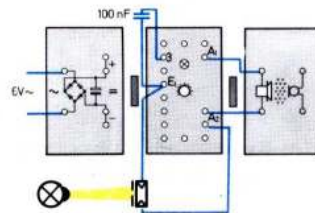
Mit Lichtschranken können wir viele wichtige Überwachungsaufgaben lösen. Meist soll bei Unterbrechung des Lichtstrahles ein akustischer Alarmgeber eingeschaltet werden. Bisher hatten wir immer den Relaisbaustein selbst als Summer benutzt oder über einen seiner Kontakte einen eigenen Summer und eine Lampe angeschaltet. Nun wollen wir mit dem Lautsprecherbaustein Alarm geben und dabei eine ganz interessante Nebenerscheinung kennenlernen. Bauen Sie dazu nebenstehende Schaltung auf.

Wichtig ist die Wahl der richtigen schwarzen Kappe vor dem Fotowiderstand. Bei nicht unterbrochener Lichtschranke darf kein Ton zu hören sein, das Signallämpchen des Grundbausteins muß jedoch leuchten, allerdings nicht ganz so hell wie sonst.

Der Grundbaustein arbeitet in diesem Fall als Ultraschall-Generator. Die erzeugte Frequenz ist so hoch, daß wir sie nicht hören können.

Wird nun die Lichtschranke unterbrochen, so wird der elektrische Widerstand des Fotowiderstandes viel größer und die erzeugte Frequenz deshalb niedriger. Wir hören sie! Überzeugen Sie sich davon.

Sie haben richtig gehört und Ihre Schaltung ist nicht falsch aufgebaut: Der Ton sinkt nur langsam auf eine Höhe, die der Helligkeit auf dem Fotowiderstand entspricht. Das liegt daran, daß jeder Fotowiderstand „träge“ reagiert, wenn er zunehmend weniger beleuchtet wird. Aus diesem Grund gibt diese Schaltung erst mit einer gewissen Verzögerung Alarm. Einen „schnellen“ Dieb kann sie überhaupt nicht erkennen. Wird der Fotowiderstand ganz abgedunkelt, schweigt der Tongenerator völlig. Das dauert jedoch eine gewisse Zeit.



Vogel-Gezwitscher

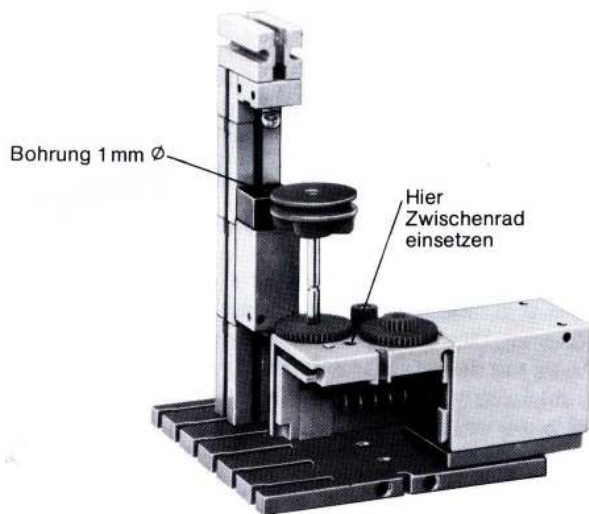
Wer möchte nicht gerne einmal Vogelgezwitscher nachahmen? Mit der vorher kennengelernten Schaltung und einem selbstgebauten Programmgeber dürfte Ihnen die Verwirklichung dieser Idee nicht schwerfallen. Wir müssen nur den Fotowiderstand der Schaltung in entsprechend schneller Folge mehr oder weniger stark beleuchten. Dazu setzen wir dem Fotowiderstand eine Kappe mit 1 mm-Bohrung auf und bringen im Abstand von 1 bis 2 cm eine Lampe an. Knapp über der Kappenbohrung dreht sich eine Scheibe mit durchsichtigem Zeichen- oder Butterbrot Papier. Sie wird mit kräftigen und schwachen

Bleistiftstrichen unterschiedlich stark geschwärzt. Noch besser ist die Verwendung von Tusche, es geht aber auch mit Bleistift gut, besonders wenn man an den dichtesten Stellen auch die Rückseite schwärzt.

Die richtige Schaltung dazu sollten Sie selbst finden. Sollten Sie Probleme haben, so verwenden Sie einfach die Schaltung 2 von Seite 6. Mit dem Drehknopf können Sie die mittlere Tonhöhe einstellen.

Die transparente Scheibe sollte einen Durchmesser von 70 mm haben. Sie wird nach dem Erstellen des „Zwitscher-Programms“ auf eine Flachnabe aufgeklebt. Das Getriebe hat eine Übersetzung von 241:1.

Die am besten passende Drehzahl suchen Sie durch Verstellen des Drehknopfes am Netzgerät heraus. Vielleicht fertigen Sie sich mehrere Programmscheiben. Eine könnte z. B. nur wenige Striche haben, bei einer anderen sollte die Verteilung von weniger und stärker geschwärzten Stellen innerhalb des Umfangs der Scheibe sehr unterschiedlich sein, bei einer anderen dagegen wieder sehr gleichmäßig. Überlegen Sie vor Inbetriebnahme jeder Scheibe, welches Ergebnis zu erwarten ist und prüfen Sie Ihre Meinung genau nach. Dann bekommen Sie es schnell in den Griff, wie Sie das schönste Zwitschern herstellen können.



von rechts, Scheibe abgenommen



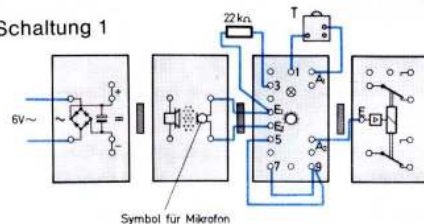
Steuerung durch Händeklatschen

Das Kernstück des Mikrofon-Lautsprecher-Bausteins ist ein Kristallplättchen. Es ist Mikrofon und Lautsprecher zugleich. Als Lautsprecher verwandelt es elektrische Schwingungen in Schallwellen, und als Mikrofon verwandelt es Schallwellen in elektrische Schwingungen. Es kommt nicht einmal darauf an, ob wir die Buchsen benutzen, die durch das Symbol „Lautsprecher“ gekennzeichnet sind, oder jene, bei denen das Symbol „Mikrofon“ eingezeichnet ist. Diesmal wollen wir den Mikrofon-Lautsprecher-Baustein als Mikrofon verwenden und damit den Grundbaustein steuern. Auf nebenstehender Seite sehen Sie zwei Schaltmöglichkeiten. Zunächst müssen Sie herausfinden, welche von beiden für unseren Versuch geeignet ist.

Bei gedrücktem Taster T — das ist wichtig — muß sich das eingebaute Signallämpchen durch Drehen des Drehknopfs aus- und einschalten lassen.

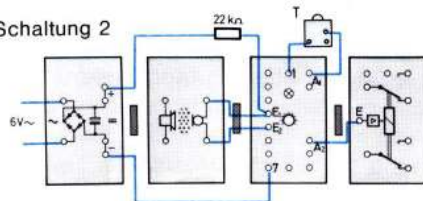
Drehen Sie — bei gedrücktem Taster T — den Drehknopf so weit nach rechts, bis das Signallämpchen aufleuchtet. In dieser Stellung, also knapp an der Grenze jenes Bereichs, in dem das Signallämpchen nicht leuchtet, lassen Sie den Drehknopf stehen.

Schaltung 1



Klopfen Sie nun ganz schwach mit einer ft-Achse gegen das Mikrofongehäuse. Das Lämpchen muß erlöschen. Das Lämpchen bleibt solange dunkel, bis man es mit dem Taster wieder zum Leuchten bringt. Dann ist unser „künstliches Ohr“ wieder zum Einsatz bereit, der gespeicherte Schallimpuls ist gelöscht. Ebenso wie das Klopfen an das Gehäuse bringt ein kräftiges Händeklatschen über dem Mikrofon das Signallämpchen zum Erlöschen.

Schaltung 2



Ein Förderband mit „Ohren“

Viele Automaten haben den Zweck, Zeit oder Geld zu sparen. Das gilt beispielsweise für die Treppenhausb Beleuchtung, die eine gewisse Zeit nach dem Einschalten von selbst erlischt.

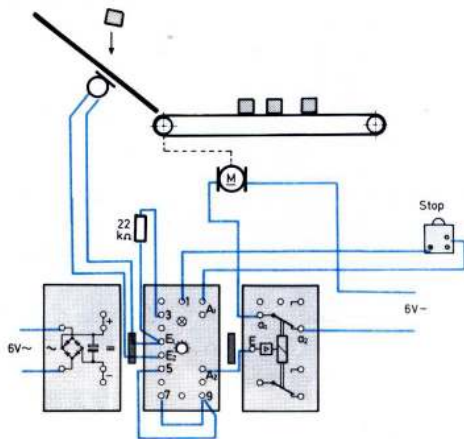
Auch ein Motor verbraucht viel Strom. Aus diesem Grund besitzt z. B. das auf Seite 12 und 13 gezeigte Modell eines Förderbands eine Schaltung, die das Band erst in Bewegung setzt, wenn ein Werkstück zur Beförderung angeliefert wird.

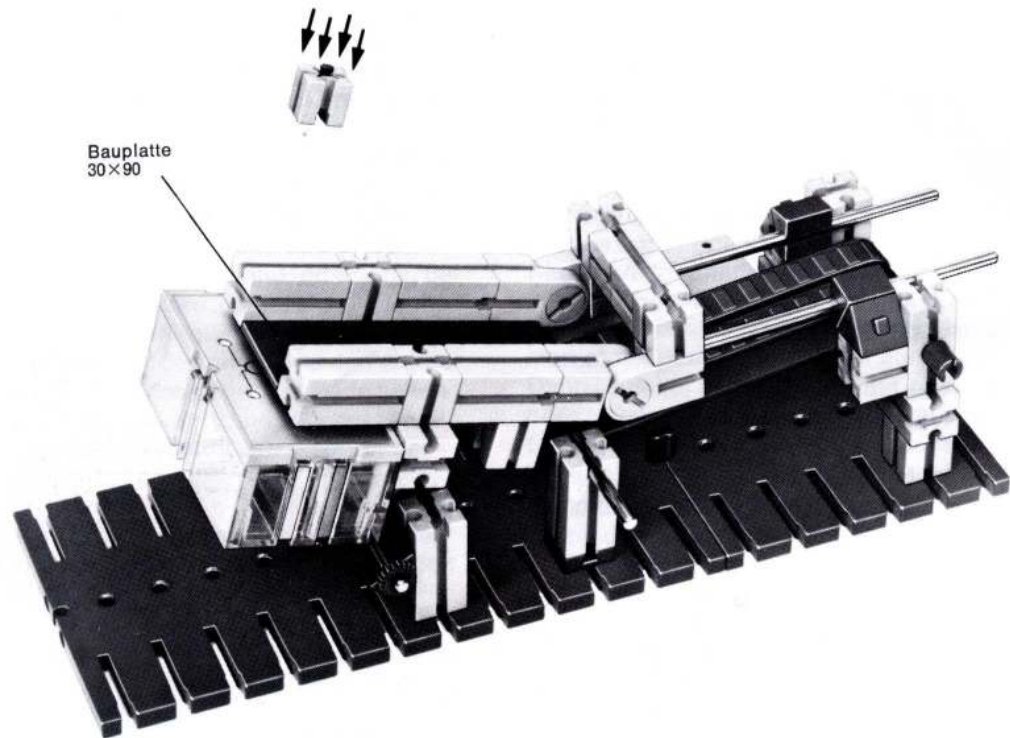
Wir müssen also das Modell mit einem „Sinnesorgan“ versehen, das erkennt, wenn ein Werkstück ankommt. Dazu dient uns das „künstliche Ohr“ – unser Mikrofon-Lautsprecher-Baustein, den wir wieder als Mikrofon einsetzen. Die Schaltung ist so eingerichtet, daß der Motor zu laufen beginnt, sobald ein Baustein – den wir als Werkstück verwenden – auf die Rutsche fällt. Er läuft so lang, bis wir ihn durch Druck auf einen Taster ausschalten. Nebenstehendes Bild zeigt das Prinzip und die Verdrahtung.

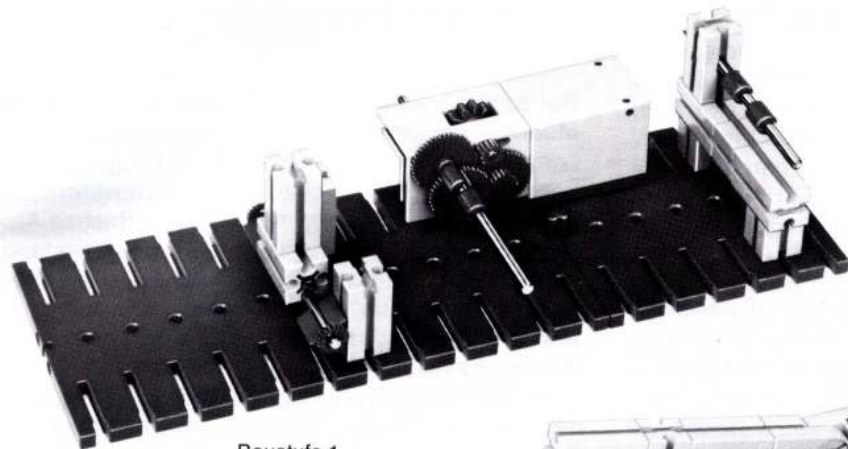
Da wir noch mit der Hand ausschalten müssen, kann man noch nicht von völliger Automatisierung spre-

chen. Es ist aber nicht schwer, auch noch eine automatische Ausschaltung einzubauen. Vielleicht suchen Sie selbst eine Möglichkeit dazu. Andernfalls finden Sie im Experimentier- und Modellbuch 4–2, Seite 36 eine Lösung dieses Problems.

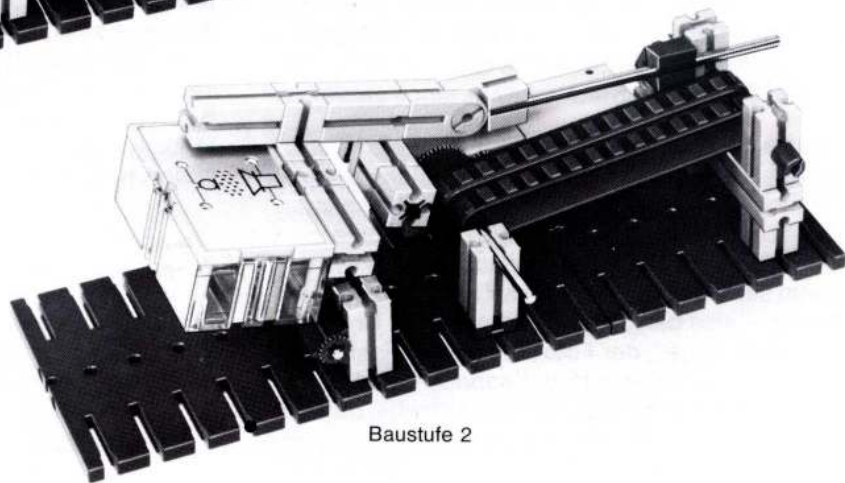
Merken sollten Sie sich, daß durch die Verbindung von Buchse A₁ und Buchse 1 der erste Schallimpuls „gespeichert“ wird.







Baustufe 1



Baustufe 2

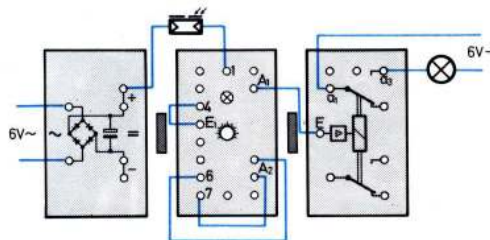
Ein Blinker soll nur nachts blinken

Nachdem wir uns nun einige Zeit mit Schall beschäftigt haben, wenden wir uns wieder dem Licht zu. Sie können also den Mikrofon-Lautsprecher-Baustein zunächst beiseite legen – holen Sie dafür den Fotowiderstand hervor!

Als erstes bauen wir einen Blinker; er ist nichts anderes als ein langsamer Taktgeber (siehe unseren 1. Versuch!), der eine Lampe ein- und ausschaltet. Mit dem Drehknopf können Sie die gewünschte Blinkfrequenz einstellen. Und wieder wollen wir sparsam sein: Der Blinker soll nur arbeiten, wenn es finster ist – also beispielsweise bei Nacht. Unser „künstliches Auge“, der Fotowiderstand, hat die Aufgabe, die Lichtverhältnisse zu beobachten. Richten Sie den Fotowiderstand gegen den Himmel, da das Blinklicht sonst durch zufällig darauf gerichtete Lichter ausgeschaltet würde. Durch die Wahl der Kappe

bestimmen Sie die Tageshelligkeit, bei der der Blinker sich selbst ein- und wieder ausschaltet.

Bei dieser Schaltung kann – genau wie beim letzten Modell – der Grundbaustein über die Buchse 1 „gesperrt“ werden. Die Funktion des Aus-Tasters übernimmt in dieser Schaltung ein Fotowiderstand. Ein Anschluß führt allerdings nicht zur Buchse A₁, sondern zu „+“. Tagsüber ist der Fotowiderstand beleuchtet. Deshalb bleibt der Taktgeber im Taktschritt „Lampe aus“ stehen. Soll die Blinklampe jedoch tagsüber dauernd leuchten, dann schalten Sie den Fotowiderstand an Buchse 2 und „–“ an. Welche anderen Möglichkeiten gibt es noch? So viel sei verraten: Statt „+“ bzw. „–“ dürfen Sie auch die Buchse A₁ verwenden. Eine tagsüber dauernd leuchtende Lampe läßt sich auch durch Verwendung eines anderen Relaiskontaktes verwirklichen.



Licht auf gekrümmten Wegen

Unser Baukasten enthält gerade und gebogene „Lichtleitstäbe“. Letztere nennen wir Lichtleitwinkel. Diese Stäbe aus Plexiglas haben eine besondere Eigenschaft: Leitet man auf der einen Stirnseite Licht hinein, so kommt es auf der anderen Stirnseite fast ungeschwächt wieder heraus.

Die physikalische Erscheinung, die es erlaubt, Licht auch „um die Ecke“ weiterzuleiten, heißt „Totalreflexion“. Die Zeichnung auf Seite 16 veranschaulicht, was dabei geschieht. Die gelben Linien stellen 3 von unendlich vielen Lichtstrahlen dar, die von der Glühlampe aus in den Lichtleitstab eintreten. Das Licht, das wir an der Stirnseite hineinleiten, trifft unter sehr flachem Winkel an der Oberfläche des Stabes auf und wird deshalb „total“ (= vollständig) reflektiert. Natürlich fällt es später wieder an einer anderen Stelle auf die Oberfläche, doch wenn der Auftreffwinkel sich nicht ändert, so wird wieder das gesamte Licht gespiegelt – es ist gewissermaßen im Innern des Stabes gefangen. Erst an der planen Fläche am anderen Ende des Stabes treffen die Strahlen fast senkrecht auf. Deshalb treten sie aus dem Innern des Stabes wieder heraus.

Von der verblüffenden Fähigkeit des Stabes wollen wir uns gleich überzeugen. Wir setzen die rote Kappe mit Bohrung auf den Leuchtstein und schalten die Linsenlampe ein. Davor bringen wir – wegen der Wärme mit etwas Abstand – einen Lichtleitstab und können damit schwer zugängliche Stellen ausleuchten. Der Stab wird mit einem Papierstreifen im Baustein 15 festgeklemt.

Die Plexiglasstäbe lassen sich in jede beliebige Form bringen, wenn man sie vorsichtig erhitzt. Das kann über einer Gasflamme oder auch über einer Heizplatte geschehen, aber Vorsicht: Nicht zu nahe an die Flamme oder an die Platte bringen! Das Material könnte sonst zu weich werden und „fließen“.

Auf diese Weise ist es möglich, das Licht auf gekrümmten Wegen an schlecht zugängliche Stellen von technischen Anlagen zu leiten.

